

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

10/523764



REC'D 11 NOV 2003

WIPO

PCT

EP/03/8080

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 38 173.9  
**Anmeldetag:** 21. August 2002  
**Anmelder/Inhaber:** PACT XPP Technologies AG,  
München/DE  
**Bezeichnung:** Rekonfigurationsdatenladeverfahren  
**Priorität:** 07.08.2002 DE 102 36 272.6  
**IPC:** G 06 F 9/45

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 04. September 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



2

Deutsche Patentanmeldung

Anmelder: PACT XPP Technologies AG  
Muthmannstraße 1  
5 D-80939 München

Vertreter: Patentanwalt  
Claus Peter Pietruk  
Heinrich-Lilienfein-Weg 5  
10 D-76229 Karlsruhe  
Vertreter-Nr. 321 605

Titel: Rekonfigurationsdatenladeverfahren

15 Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft das oberbegrifflich Bean-  
20 spruchte und befasst sich somit mit dem Betrieb eines multi-  
dimensionalen Feldes rekonfigurierbarer Elemente wie bei re-  
konfigurierbaren Prozessoren, insbesondere mit Verfahren, die  
eine Übersetzung einer klassischen Hochsprache (PROGRAMM) wie  
Pascal, C, C++, Java etc. auf eine rekonfigurierbare Archi-  
25 tektur ermöglichen.

Unter einer Architektur werden vorliegend Bausteine (VPU) mit  
wiederholt konfigurierbarer Funktion und/oder Vernetzung ver-  
standen, insbesondere integrierte Bausteine mit einer Mehr-  
30 zahl von ein- oder mehrdimensional angeordneten arithmeti-  
schen und/oder logischen und/oder analogen und/oder spei-

chernden Baugruppen, die direkt oder durch ein Bussystem miteinander verbunden sind.

Zur Gattung dieser Bausteine zählen insbesondere systolische  
5 Arrays, neuronale Netze, Mehrprozessor Systeme, Prozessoren mit mehreren Rechenwerken und/oder logischen Zellen, Vernetzungs- und Netzwerkbausteine wie z.B. Crossbar-Schalter, ebenso wie bekannte Bausteine der Gattung FPGA, DPGA, XPUTER, etc..

10

Ein Problem bei rekonfigurierbaren Datenverarbeitungsarchitekturen besteht darin, dass oftmals nicht das gesamte multidimensionale Feld rekonfigurierbarer Elemente samt aller zwischen den Daten handhabenden Elementen vorgesehenen Bussystemen, Verbindungsleitungen usw. zur Umkonfiguration freigegeben wird, sondern vielmehr das Erfordernis besteht, eine neue Aufgabe einem kleinen Teilbereich des multidimensionalen Feldes zuzuordnen. Es ist überdies häufig nicht vorhersagbar, wie dieser Teilbereich beschaffen sein wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn auf dem multidimensionalen Feld rekonfigurierbarer Elemente mehrere Aufgaben parallel abgearbeitet werden müssen, etwa im Wege des Multitasking, und/oder nicht vorhergesagt werden kann, wann dort, etwa bei Echtzeitanwendungen, welche Ressourcen zwecks Umkonfiguration freigegeben  
20 werden.  
25

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, einen Code, der auf dem multidimensionalen Feld rekonfigurierbarer Elemente abgearbeitet werden soll, zur Laufzeit zu übersetzen, also erst  
30 dann, wenn die Abarbeitung anderer Aufgaben schon begonnen hat, festzulegen, wie der als nächstes auszuführende Code bestimmten rekonfigurierbaren Elementen zuzuordnen ist, wie die

Verbindung zwischen diesen laufen soll, welche Zwischenspeicherungen erforderlich sind usw. Es ist einsichtig, dass eine solche Vorgehensweise zur Übersetzung einen vergleichsweise hohen momentanen Datenverarbeitungsaufwand erfordert. Gerade in kritischen Rechnerapplikationen, die ein Höchstmaß an Rechenleistung erfordern, ist es gewünscht, für eine solche Übersetzung während der Laufzeit keine zusätzliche Rechenleistung zu verbrauchen. Es ist daher auch schon üblich, Programmcode vor Beginn des Programmes zu kompilieren und dann Teilkonfigurationen zu bestimmen, die jeweils in das Feld hinein konfiguriert werden, sobald dort entsprechende Ressourcen frei sind.

Ein Problem besteht allerdings darin, dass, gerade bei Echtzeitanwendungen, im Vorfeld nicht feststeht, wie die jeweils verfügbaren Ressourcen angeordnet sind. Dies betrifft einerseits die Funktionalität der zur Datenhandhabung verfügbaren Elemente, in die hinein konfiguriert werden könnte, sofern nicht alle Daten handhabenden Elemente dieselbe Funktion besitzen. So wäre denkbar, in einem multidimensionalen Feld rekonfigurierbarer Elemente verschiedene Zellen mit Rechenwerken auszustatten, die für Fließkomma-Berechnungen ausgelegt sind, Elemente vorzusehen, die lediglich Bool'sche Daten handhaben, Elemente, die über zugeordnete Speicher verfügen, Elemente, mit oder in denen Sequenzer vorgesehen werden können usw. Hier ist eine Ausführung mit Vorkompilierung darauf angewiesen, entweder mit der Umkonfiguration zu warten, bis genau jene Zellen zur Verfügung stehen, die die in der Vorkompilierung festgelegten Funktionen und Anordnungen besitzen. Auch muß bei der Vorkompilierung zudem der kleinste, allen Zellen gemeinsame Funktionsumfang verwendet werden. Beides verschwendet Ressourcen. Zudem ist meist nicht klar, wie

die für die Umkonfiguration freigegebenen Elemente angeordnet sind und welche Verbindungen verfügbar sind; auch dadurch wird gegebenenfalls die Hineinkonfiguration einer neuen Aufgabe (Task) massiv erschwert.

5

Das Problem wird noch gravierender, wenn große Bereiche des multidimensionalen Feldes freigegeben werden und prinzipiell die Möglichkeit und/oder der Zwang besteht, mehrere Konfigurationen für unterschiedliche Aufgaben gleichzeitig in das Feld hinein zu konfigurieren.

10

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Neues für die gewerbliche Anwendung bereitzustellen.

15 Die Lösung dieser Aufgabe wird in unabhängiger Form beansprucht. Bevorzugte Ausführungsformen finden sich in den Unteransprüchen.

Es wird somit gemäß einem ersten wesentlichen Aspekt der Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines multidimensionalen Feldes rekonfigurierbarer Elemente vorgeschlagen, worin Gruppen zusammen datenhandhabender Elemente in vorbestimmter Weise während der Laufzeit zur Abarbeitung vorgegebener Aufgaben im Feld konfiguriert werden und wobei vorgesehen ist, dass

25 für zumindest eine abzuarbeitende Aufgabe eine Mehrzahl von solchen Elementgruppenanordnungen im multidimensionalen Feld bestimmt wird, die zur Abarbeitung der vorgegebenen Aufgabe geeignet sind, für die Abarbeitung der vorgegebenen Aufgabe eine dann besonders geeignete Elementgruppenanordnung aus der

30 Mehrzahl ausgewählt wird und die ausgewählte Anordnung in das Feld hinein konfiguriert wird.

Die Erfindung schlägt somit vor, bei der Vorbereitung der eigentlichen Datenverarbeitung eine Vielzahl von Anordnungen bzw. Konfigurationen vorherzubestimmen und dann aus den vorbestimmten Elementgruppenanordnungen eine solche auszuwählen, die für die Abarbeitung der vorgegebenen Aufgabe bei den dann gegebenen Feldressourcen besonders gut geeignet ist. Damit ist eine wesentliche Verbesserung im Betrieb eines multidimensionalen Feldes rekonfigurierbarer Elemente im Wesentlichen durch eine einfache Erweiterung des Compilers gegeben, mit dem die zuvor programmierten Codes übersetzt werden, und zwar dadurch, dass dieser nicht nur eine einzige Konfiguration für eine gegebene Aufgabe bestimmt, sondern mehrere solcher Konfigurationen und somit ausnützt, dass keine eindeutige Lösung für das Problem besteht, ein Stück gegebenen Hochsprachecode auf ein multidimensionales Feld rekonfigurierbarer Elemente zu übersetzen. Es sei erwähnt, daß hier der Begriff „Compiler“ verwendet wird für ein Mittel, das Konfigurationen bestimmt, unabhängig davon, ob es sich um einen Routerteil, einen Übersetzerteil oder einen anderen Teil eines Mittels zur Konfigurationsbestimmung anhand von Programmcodes handelt. Dieses Mittel kann mittels Festverdrahtung, d. h. als Hardware oder als Softwareprogramm realisiert sein.

Es ist möglich, aus dieser Vielzahl von potentiell möglichen Konfigurationen, die zur Abarbeitung eines gegebenen Stück-Codes möglich sind, eine Auswahl anhand der Geometrie zu treffen, die diese Elementgruppenanordnung im Vergleich zu jener besitzt, die die im multidimensionalen Feld für die Umkonfiguration verfügbaren bzw. vermutlich bald verfügbar werdenden Elemente besitzen. So kann durch einen einfachen Mustervergleich versucht werden, eine Konfiguration, d. h. Elementgruppenanordnung, auszuwählen, die möglichst alle der

frei gewordenen oder frei werdenden Elemente abdeckt bzw. möglichst wenig Elemente des multidimensionalen Feldes ungenutzt lässt. Wenn lediglich auf die Geometrie Rücksicht genommen wird, etwa weil alle Daten handhabenden Elemente des multidimensionalen Feldes den für die Hineinkonfiguration erforderlichen Funktionsumfang besitzen, so kann die Auswahl mit per se bekannten Algorithmen wie bei der Schnittmusteroptimierung erfolgen. Es kann dabei entweder auf die bereits verfügbaren Elemente Bezug genommen werden oder es kann, insbesondere im Hinblick darauf, dass die Umkonfiguration oftmals die Übertragung von Konfigurationsdaten zu den Elementen umfasst und eine solche Umkonfigurationsdatenübertragung Zeit in Anspruch nimmt, vorgesehen werden, dass auch vermutlich bald verfügbare Elemente mit bei der Auswahl der jeweils optimalen Geometrie berücksichtigt werden. Dabei kann ausgenutzt werden, dass es häufig möglich ist, vorherzusagen, dass bestimmte Elemente bald für die Umkonfiguration verfügbar werden, etwa wenn sie Daten für die Weiterverarbeitung von Zellen erhalten haben, die bereits ihre Umkonfigurierbarkeit angedeutet haben und die Anzahl der noch erforderlichen Verarbeitungstakte, der hierzu datenstromabwärts liegenden Zellen endlich und abschätzbar oder bekannt ist. Derartige Information ist erfindungsgemäß als Umkonfigurierbarkeits-Vorhersage verwaltbar. Daß zu den verfügbaren und/oder benötigten Elementen auch Busverbindungen, Leitungen etc. zählen, sei erwähnt.

Die Auswahl der optimalen Konfiguration kann dabei in einem Präprozessor oder einem Teilbereich des multidimensionalen Feldes der rekonfigurierbaren Elemente erfolgen und insbesondere von einem Datenverarbeitungsprogramm und/oder -mittel übernommen werden, das die Durchführung der verschiedenen

Aufgaben zeitlich koordiniert, Priorisierungen vornimmt usw.  
Es kann sich hierbei insbesondere um einen Teil eines Betriebssystems handeln, sofern das multidimensionale Feld rekonfigurierbarer Elemente als Prozessor oder Koprozessor ausgeführt ist.

Gerade dann, wenn Konfigurationsdaten aus einem Speicher eingelesen werden, der nicht vernachlässigbare Zugriffszeiten besitzt, bzw. wenn sie, sollte eine Echtzeitbestimmung einer Konfiguration gewünscht werden, mit nicht vernachlässigbaren Generierungszeiten generiert werden, ist es wünschenswert, zunächst einen Kenndatensatz vorzusehen, der gegenüber dem eigentlichen Konfigurationsdatensatz in der Grösse reduziert ist und dann eine Auswahl nur auf Grund dieses Kenndatensatzes zu treffen. So kann etwa beim Laden einer neuen Konfiguration aus einem langsamen Speicher wie von einer Festplatte zunächst lediglich ein Kenndatensatz bzw. eine Kenndatensatzgruppe heruntergeladen werden, der die Umrisse der Konfiguration betrifft. Da ein solcher Umrisskenndatensatz in der Grösse gegenüber dem vollständigen Konfigurationsdatensatz typisch sehr reduziert sein wird, ist es auch möglich, eine Vielzahl von Kenndatensätzen für eine Vielzahl unterschiedlicher Konfigurationen vorab in einen Hauptspeicher zu laden, der einen sehr schnellen Zugriff erlaubt, an Hand der unterschiedlichen Konfigurationsdatensätze eine schnelle Auswahl zu treffen und dann aus dem langsamen Speicher die kompletten Konfigurationsdaten zur ausgewählten Konfiguration herunter zu laden. Es sei darauf hingewiesen, dass es in solchen Fällen auch möglich ist, einen Teil der Konfigurationen vorneweg miteinzulesen, etwa dann, wenn absehbar ist, dass bestimmte Konfigurationen typisch bevorzugt sind, sei es, weil statistische Auswertungen des typischen Datenverarbeitungsbetriebs



bes für eine Vielzahl von multidimensionalen Feldern rekonfigurierbarer Elemente oder für ein einzelnes multidimensionales Feld dies ergeben haben, etwa weil zu einer Gruppe von Anwendungen wie im UMTS-Base-Station-Bereich durch Analyse typischer Aufgaben festgestellt wurde, dass bestimmte Umkonfigurationen besonders häufig auftreten, oder weil für einen einzelnen Benutzer festgestellt wurde, dass immer wieder dieselben Anwendungen parallel in bestimmter Weise in das Feld hinein konfiguriert werden müssen. Das Vorab-Mitladen bestimmter Konfigurationen kann auch dann sinnvoll sein, wenn sich diese Konfigurationen durch eine besonders einfache Geometrie auszeichnet, etwa weil sehr kleine Volumina des multidimensionalen Feldes rekonfigurierbarer Elemente davon überdeckt werden (Volumina nimmt hier auf das Volumen des multidimensionalen Feldes Bezug, bezeichnet also bei zweidimensionalen Felder rekonfigurierbarer Elemente die Fläche bzw. Flächengeometrie der für die Umkonfiguration verfügbaren rekonfigurierbaren Elemente etc.).

Es ist auch möglich und insbesondere bei der Abarbeitung komplexer Aufgabenstellungen, sei es durch die Abarbeitung besonders rechenintensiver Probleme, sei es im Multitasking, Multithreading oder bei anderen Formen der Parallelabarbeitung von Daten, auch bevorzugt, zu überprüfen, ob mehrere, insbesondere gleich priorisierte Elementgruppenanordnungen für unterschiedliche Aufgaben simultan durch geeignete Auswahl in das Feld hinein konfigurierbar sind. Dabei kann, abhängig von der Priorisierung einer bestimmten Aufgabe vorgesehen werden, dass die für die Abarbeitung einer vorgegebenen Aufgabe zur Verfügung gestellte Fläche oder Abarbeitungszeit größer oder kleiner ausfällt, etwa indem durch Aufbau von Sequenzen mit den Daten handhabenden Elementen die Größe einer

Konfiguration unter Verlangsamung der Datenabarbeitung verringert wird.

Es kann auch erwünscht sein, dass zunächst eine erste Elementgruppenanordnung in das Feld hinein konfiguriert wird und begonnen wird, mit dieser Elementgruppenanordnung die Aufgabe abzuarbeiten, bis ein vorgegebenes Ereignis auftritt und dann unter zumindest partieller Rekonfiguration mit der Aufgabenabarbeitung in einer weiteren Elementgruppenanordnung fortgeführt wird. Hierbei kann etwa vorgesehen werden, dass zur Erzielung einer bevorzugten Geometrie von Konfigurationen auf dem multidimensionalen Feld, etwa streifenförmig hintereinander angeordneten Zellen für jede Aufgabe, zu festgelegten Taktzeiten, etwa alle tausend, zehntausend oder hunderttausend Takte, die Abarbeitung aller oder eines Teiles aller Konfigurationen unterbrochen wird, die Ergebnisse wie erforderlich zwischengespeichert werden, auch was nur in einer Konfiguration intern erforderliche Daten wie Schleifen-, Zählerstände usw. angeht, und dann eine Neukonfiguration mit entsprechenden, bevorzugten Geometrien vorgenommen wird, um so ein allmähliches Zerfasern von Konfigurationen zu vermeiden, was schon aufgrund des erhöhten Bedarfs an Busleitungen unerwünscht ist.

Alternativ und/oder zusätzlich ist es auch möglich, selbstfaltende Konfigurationen vorzusehen, wobei etwa zunächst mit der Abarbeitung einer Konfiguration über das gesamte Array begonnen wird, und sich dann, sobald zusätzliche Ressourcen durch eine andere Aufgabe angefordert werden, diese erste Konfiguration mehr oder minder selbsttätig zusammenzieht, etwa durch Sequenzerbildung mit einem Element, um Elemente für die neue Aufgabe freizugeben. Dieses Zusammenziehen kann

durch Vorgabe neuer, Platz sparenderer Konfigurationen für ein und dieselbe Aufgabe erreicht werden, insbesondere dann, wenn diese Platz sparenderen Konfigurationen in bei den Daten handhabenden Elementen vorgesehenen Konfigurationsspeichern mit abgelegt werden. Auf die Anmeldung zur Wave-Rekonfiguration sei dabei nur beispielsweise hingewiesen. Es ergibt sich dann eine Situation, bei der Konfigurationen allmählich enger und enger zusammenrücken.

10 Die Auswahl einer vorgegebenen Elementgruppenanordnung, die in ein Feld hinein zu konfigurieren ist, kann, abgesehen von der verfügbaren Geometrie, auch von anderen Parametern abhängig gemacht werden. Hierzu zählt unter anderem die erzielbare Abarbeitungsgeschwindigkeit, die Priorität einer Aufgabe

15 und/oder der Energieverbrauch, der zur Abarbeitung einer vorgegebenen Aufgabe in einer vorgegebenen Zeit erforderlich ist. Es sei darauf hingewiesen, dass mehrere Parameter gleichzeitig betrachtet werden können, sei es dadurch, dass zunächst anhand eines ersten Parameters wie des benötigten

20 Feldvolumens als gleichwertig angesehene Konfigurationen durch Betrachten eines zweiten Parameters verworfen werden, sei es, indem, etwa mit Methoden der unscharfen Logik, mehrere Parameter gleichzeitig soweit wie möglich optimiert werden.

25

Die Erfindung wird nun im Folgenden nur beispielsweise anhand der Figuren erläutert, worin gezeigt ist durch

Fig. 1 ein multidimensionales Feld Daten handhabender

30 Elemente in teilweise zu rekonfigurierendem Zustand;

Fig. 2 Beispiele für unterschiedliche Konfigurationsgeometrien;

Fig. 3 ein teilweise zur Laufzeit umkonfigurierter Prozessor.

5

Nach Fig. 1 umfasst eine allgemein mit 1 bezeichnete Datenverarbeitungsvorrichtung 1 ein multidimensionales Feld rekonfigurierbarer Elemente 2 sowie einen Präprozessor 3, der Konfigurationen in das multidimensionale Feld 1 über geeignete Datenbusse 4 einspeist und Informationen über rekonfigurierbare Elemente aus dem multidimensionalen Feld 2 mehrere Elemente erhält sowie mit einem Speicher 5 mit langsamem Zugriff verbunden ist, in dem Konfigurationen für in dem multidimensionalen Feld 2 abzuarbeitende Aufgaben vorab abgelegt sind.

15

Der multidimensionale Prozessor 1 ist im vorliegenden Beispiel eine XPU-Architektur, die PAE als konfigurierbare Elemente aufweist und nach 196 51 075.9, 196 54 846.2, 197 04 728.9, 198 07 872.2, 199 26 538.0 aufgebaut ist. Er erhält Daten von Eingabe-/Ausgabe-Schnittstellen 6 in Echtzeit zur Abarbeitung, wobei nicht vorhersehbar ist, wie diese Daten eintreffen und/oder abzuarbeiten sind. Es können hierfür eine Tastatur, Bilder abrufende Kameras, A/D-Wandler usw. vorgesehen sein.

25

Das multidimensionale Feld 2 besteht vorliegend aus einer Reihe ausschließlich identischer datenhandhabender Elemente, zwischen denen geeignete Vernetzungen über Busse und dergleichen konfigurierbar sind. Aus Gründen der Anschaulichkeit wird vorliegend von unbegrenzten Busressourcen ausgegangen, obgleich rein praktisch die typische Anwendung auch solcher Ressourcen und deren Knappheit bei der Vorabbestimmung mul-

30

tipler Konfigurationsmöglichkeiten berücksichtigt wird. Die datenhandhabenden Elemente sind im vorliegenden Fall geeignet, sequenzartig die Befehle abzuarbeiten, wie dies per se bekannt ist, das heißt, es ist möglich, Sequenzer über einzelne Zellen oder Gruppen derer aufzubauen. Das multidimensionale Feld 2 ist laufzeitrekonfigurierbar, das heißt es ist möglich, einzelnen der datenhandhabenden Elemente oder Gruppen derer neue Aufgaben während der Laufzeit zuzuordnen, ohne den Betrieb der Gesamt-Anordnung oder anderer Elemente bzw. Gruppen derer insgesamt zu unterbrechen. Wie bevorzugt und per se bekannt sind den datenhandhabenden Elementen Konfigurationsspeicher lokal zugeordnet, genau so wie Register, nämlich Forward- und Backward-Register, Busleitungen, feingranulare Zustandsmaschinen zum Austausch von Triggersignalen untereinander und mit der Präprozessoreinheit 3 usw. Auf die Möglichkeit der Ausgestaltung der rekonfigurierbaren Elemente nach PCT-DE 97/02949, PCT-DE 97/02998, PCT-DE 98/00334, PCT/DE 99/00504, PCT/DE 99/00505, PCT/DE 00/01869 usw. sei hingewiesen. Die vorgenannten Schutzrechte und die weiteren Schutzrechte des Anmelders zu rekonfigurierbaren Prozessoren, deren Teilen und Verfahren zu deren Betrieb sind zu Offenbarungszwecken voll-umfänglich integriert.

Der Präprozessor 3 ist dazu ausgebildet, Konfigurationen in das multidimensionale Feld hinein zu laden und zwar über Leitungen 4, wenn er aus dem multidimensionalen Feld die Meldung erhält, dass einzelne Elemente oder Gruppen derer rekonfigurierbar sind. Der Präprozessor 3 enthält einen lokalen Speicher (Cache) und ist mit einem weiteren Speicher 5 (Harddisk, RAM) verbunden, auf den langsamer zugegriffen werden kann und auf dem Konfigurationsdaten abgelegt sind.

Es sei darauf hingewiesen, dass es nicht erforderlich ist, den Präprozessor 3 als externes Bauteil vorzusehen. Die gezeigte Darstellung wurde ausschließlich aus didaktischen Gründen gewählt. Er kann integriert sein mit dem multidimensionalen Feld 2 auf einem einzelnen Chip und/oder seine Funktion kann durch einzelne Daten handhabende Elemente 2 des Prozessorfeldes ausgeführt werden.

Über die Leitungen 4 werden Konfigurationsdaten und Konfigurationsanforderungen übertragen. Auf die Implementierung von Rdy/Ack-Protokollen, Vorab-Konfiguration von Elementen in elementennahen Speichern etc., die möglich, aber nicht zwingend ist, wird hingewiesen.

Im Speicher 5 sind nun eine Vielzahl von Konfigurationen für unterschiedliche Aufgaben und Kenndaten hierzu abgelegt. Dies wird für ein einfaches Beispiel mit Bezug auf Fig. 2 erläutert.

Nach Fig. 2 sind etliche Konfigurationen für zwei Aufgaben a) und b) abgelegt. Wie ersichtlich, sind für die Aufgabe a) insgesamt vier Konfigurationen abgelegt, die alle dieselbe Funktion ausführen, aber unterschiedliche Verbindungen der Zellen untereinander haben und sich insbesondere hinsichtlich ihrer äußeren geometrischen Gestalt unterscheiden, in der die Zellen angeordnet sind.

Wie ersichtlich, sind beispielsweise drei Konfigurationen vorabgelegt, in denen sieben datenhandhabende Elemente wie PAEs benötigt werden und eine Konfiguration, in der unter Ausnutzung der Sequenzereigenschaft der datenhandhabenden Elemente nur vier Elemente benötigt werden. Die geometrische

Form der jeweiligen Konfiguration ist dabei wie durch die Zahlen in Klammern angedeutet, gleichfalls mitabgelegt. Dieser Kenndatensatz umfasst eine erste Ziffer, die angibt, wieviele Spalten Abstand die äußersten Zellen links und rechts voneinander haben; es folgen dann nach einem Komma die Anzahl der Elemente in einer Spalte, die benötigt werden. Sind in einer Spalte Reihen frei, d. h. nicht belegt, steht gleichfalls ein c in der Kennung. Ist dabei eine Spalte freigelassen, das heißt von der jeweiligen Konfiguration bis auf Busse nicht belegt, so steht hierfür ein c in der Konfiguration. Dies ist ersichtlich an den Konfigurationen I und II. Die Daten zu einer Spalte sind von jenen der nächsten Spalte durch Komma getrennt. Ähnliche Konfigurationsdaten sind auch für eine zweite Konfiguration abgelegt b).

Die Anordnung wird verwendet wie folgt:

Wenn im multidimensionalen Feld rekonfigurierbarer Elemente Ressourcen für die Rekonfiguration freigegeben sind, wie dies durch die „0“ in Fig. 2 dargestellt ist, so lädt der Präprozessor 3 aus dem Speicher 5 zunächst die wenig umfangreichen und damit schnell zu ladenden Kennsätze zu den Konfigurationen. Er bestimmt dann, welche Aufgabe schnell abzuarbeiten ist und welche Konfigurationen gemeinsam besonders gut in das Feld eingeladen werden können. Dies geschieht durch Vergleich der maximalen Spaltenbreite einer möglichen Konfiguration mit der tatsächlich verfügbaren Spaltenbreite. Zur Aufgabe a) können so Konfiguration III und IV verworfen werden, die zuviel Spalten benötigen. Aus den verbleibenden sind aufgrund der geometrischen Form die Konfigurationen I und II gleichfalls zu verwerfen. Es wird dann untersucht, welche Konfigu-

ration von b) zu laden wäre. Hier sind per se alle drei Konfigurationen ladbar.

5 Nun wird untersucht, ob es eine Möglichkeit gibt, von den verbleibenden Konfigurationen zu den Aufgaben gleichzeitig zwei Konfigurationen in das Feld zu laden. Dazu werden die Konfigurationen in unterschiedlicher Weise aneinander gesetzt und es wird die benötigte maximale Spalten- und Reihenzahl mit der verfügbaren Maximalzahl verglichen. Es wird so festgestellt, daß sich eine optimale Ausnutzung der freigewordenen Elemente ergibt, wenn die Konfiguration Ib und die Konfiguration IIIa unmittelbar übereinander angeordnet werden. Diese Konfigurationen werden dann in das Prozessorfeld geladen.

15

Daraufhin kann die Datenverarbeitung mit einer Konfigurationsanordnung wie in Fig. 3 gezeigt fortgesetzt werden. Es sei erwähnt, dass in Fällen, in denen unterschiedliche datenhandhabende Elemente vorgesehen werden, die entsprechende Information gleichfalls im Kenndatensatz abgelegt werden kann.

20



Deutsche Patentanmeldung

Anmelder: PACT XPP Technologies AG  
Muthmannstraße 1  
5 D-80939 München

Vertreter: Patentanwalt  
Claus Peter Pietruk  
Heinrich-Lilienfein-Weg 5  
10 D-76229 Karlsruhe  
Vertreter-Nr. 321 605

Titel: Rekonfigurationsdatenladeverfahren

15 Patentansprüche

- 20 1. Verfahren zum Betrieb eines multidimensionalen Feldes re-  
konfigurierbarer Elemente,  
worin Anordnungen von  
Gruppen zusammen datenhandhabender Elemente in vorbe-  
stimmter Weise während der Laufzeit zur Abarbeitung vorgegebener Aufgaben in das Feld hinein konfiguriert werden,  
25 den,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
für zumindest eine abzuarbeitende Aufgabe eine Mehrzahl  
von solchen Elementgruppenanordnungen im multidimensionalen Feld bestimmt wird, die zur Abarbeitung der vorgegebenen Aufgabe geeignet sind,  
30 für die Abarbeitung der vorgegebenen Aufgabe eine dann besonders geeignete Elementgruppenanordnung aus der Mehr-

zahl ausgewählt wird und

die ausgewählte in das Feld hinein konfiguriert wird.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch dadurch gekennzeichnet, daß die Elementgruppenanordnung anhand ihrer Geometrie im Vergleich mit der Geometrie im Feld bereits für die Umkonfiguration verfügbarer und/oder vermutlich bald verfügbar werdender Elemente ausgewählt wird.

10

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin Elementgruppenanordnungen betreffende Konfigurationsdaten aus einem Speicher mit nicht vernachlässigbaren Zugriffszeiten eingelesen werden und/oder mit nicht vernachlässigbaren Generierungszeiten generiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest für einige Konfigurationen für die Auswahl zunächst nur ein gegenüber dem Konfigurationsdatensatz aller Konfigurationsdaten in der Größe reduzierter Kenndatensatz, insbesondere ein Satz von die Geometrie betreffenden Kenndaten, in eine Elementgruppenanordnungsauswahlstufe eingelesen werden, eine Auswahl aufgrund des Kenndatensatzes getroffen wird und dann im Ansprechen auf die Auswahl die Konfigurationsdaten aus dem Speicher gelesen oder generiert werden.

15

20

25

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin bei der Umkonfigurierung des Feldes zur Durchführung einer Mehrzahl zumindest teilweise simultan auszuführender Aufgaben, von denen für wenigstens zwei Gruppen zusammen Daten handhabender Elemente in vorbestimmter Weise während der Laufzeit zur Abarbeitung vorgegebener Aufgaben in das Feld hinein konfiguriert werden,

30

eine Mehrzahl von solchen Elementgruppenanordnungen, die zur Abarbeitung der vorgegebenen Aufgabe geeignet sind, vorbestimmt werden,

die zu einer gegebenen Zeit und/oder einem gegebenen Ereignis für die zumindest teilweise simultane Hineinkonfiguration verfügbarer Ressourcen bestimmt werden und jene Elementgruppenanordnungen aus der vorbestimmten Anzahl ausgewählt werden, mit denen eine simultane Abarbeitung besonders effizient möglich ist.

10

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Elementgruppenanordnung in das Feld hineinkonfiguriert wird, mit dieser Elementgruppenanordnung begonnen wird, die Aufgabe abzuarbeiten, bis ein vorgegebenes Ereignis auftritt und danach unter zumindest partieller Rekonfiguration mit der Aufgabenabarbeitung in einer weiteren Elementgruppenanordnung fortgefahren wird.

15

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Elementgruppenanordnungen sich hinsichtlich der Abarbeitungsgeschwindigkeit unterscheiden und die Auswahl im Ansprechen auf die gegebenenfalls unter Berücksichtigung weiterer Aspekte maximal erzielbare Abarbeitungsgeschwindigkeit erfolgt.

25

-----

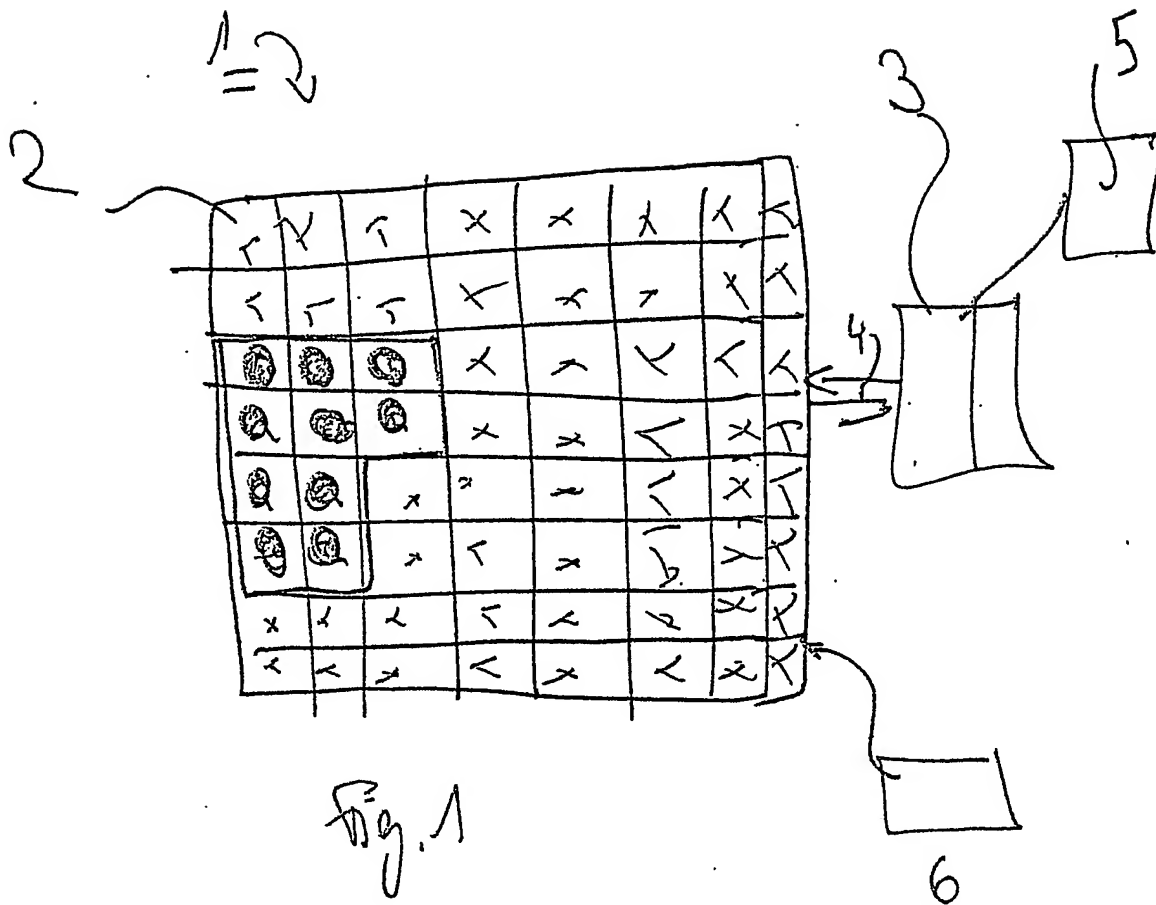
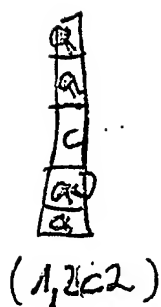
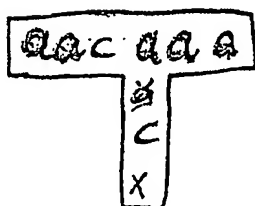


Fig. 2

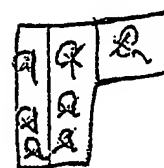
a)



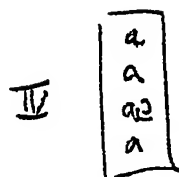
I



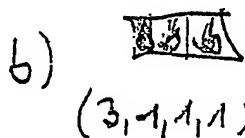
II



III



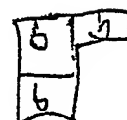
IV



I



II



III

x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x
b	b	b	x	x	x	x	x
a	a	a	x	x	x	x	x
a	a	a	x	x	x	x	x
a	a	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x

fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**